

CURSO A DISTÂNCIA
COMISSÁRIO DE VOO

NAVEGAÇÃO AÉREA



AeroTD
ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL



CNPJ	72.443.914/0001-38
Mantenedora	AERO TD ESCOLA DE AVIAÇÃO CIVIL LTDA - ME
Instituição	AERO TD Escola de Aviação Civil
Esfera Administrativa	Privada
Endereço (Rua, N°.)	Rua Madalena Barbi nº 46.
Cidade UF CEP	Bairro: Centro - Florianópolis SC. CEP: 88.015-200
Telefone	0800 887 1555 (48) 32235191
Eixo Tecnológico:	Infraestrutura
Curso:	Comissário de Voo
Carga Horária Total:	159 horas

Sumário

Módulo I	5 a 19
----------------	--------



Fonte: comexgroup2013.blogspot.com

MÓDULO I

NAVEGAÇÃO AÉREA

APRESENTAÇÃO

Caros alunos,

Navegar significa conduzir uma embarcação ou aeronave em segurança, entre pontos determinados. É um processo complexo de orientação que permite viajar através de longos percursos com o objetivo de alcançar um local específico em segurança. Navegação aérea é a maneira de conduzir um veículo voador – balão, avião, dirigível ou outro artefato próprio para voar – com habilidade e segurança através do espaço com a observação de pontos significativos que sirvam como referência.

Em nossa disciplina vamos conhecer os aspectos fundamentais que possibilitam atingir o propósito de um voo seguro.

Vamos lá!

1.1 INTRODUÇÃO

O interesse e a necessidade de se movimentar sobre a superfície da Terra e percorrer distâncias em tempos definidos e em direções diversas deram origem a uma ciência hoje denominada **NAVEGAÇÃO**.

A cada dia surgem processos mais sofisticados que visam a perfeição e, evidentemente, minimizam cada vez mais o esforço mental e físico do navegador.

Diversos fatores contribuíram para que esta ciência não se consumasse como exata, entretanto, da arte de aplicá-la provém os vários conceitos que lhe dão lógica e caráter de exatidão.

Navegar implica em determinar constantemente dois elementos principais: **LOCALIZAÇÃO** e **ORIENTAÇÃO**.

Navegação é a ciência que permite ao homem conduzir um engenho dirigível com segurança e economia sobre a superfície da Terra.

1.2 MÉTODOS DE NAVEGAÇÃO

São vários os métodos de navegação aérea, dentre os quais se encontram:

Navegação Visual, Contato ou Praticagem: Forma de conduzir uma aeronave com segurança sobre a superfície da Terra pela observação de pontos significativos no solo e os comparando com uma carta aeronáutica. É o método mais simples, e se caracteriza por não necessitar do uso de instrumentos de navegação.

Ele utiliza pontos significativos para se guiar, que consiste em toda referência existente na superfície da Terra, como: rodovias, ferrovias, cruzamentos destas, rios, lagos, pontes, montanhas, cidades, etc.

Navegação Estimada: Forma de conduzir uma aeronave sobre a superfície da Terra e determinar a qualquer momento, a partir do último ponto conhecido, o local onde se encontra e fornecer estimativa de posições ainda a percorrer. Para isso, é levada em consideração a velocidade e direção do vento.

Os meios consistem no aeronavegante fazer, a partir do último ponto conhecido, cálculos estimados para a nova etapa a ser voada. Caracteriza-se por necessitar de 03 instrumentos básicos: **Bússola, Velocímetro e Relógio**.

Navegação Rádio/Goniométrica: Forma de orientação feita por meio de ondas de rádio emitidas por estações no solo (NDB, VOR) capazes de serem captadas por instrumentos especiais que ficam a bordo e próprios para esse fim.

Navegação Eletrônica: Forma de navegação que utiliza instrumentos eletrônicos para se guiar, tais como: **Computadores Especiais** (FMS, FMC, etc.).

Navegação Celestial: Forma de determinar o local onde se encontra a aeronave por meio de observações de um ou mais corpos celestes, visados com **Sextantes**.

Navegação por Satélite (GPS): iniciada pelo exército americano, consistem em satélites que emitem sinais captados por um receptor (na aeronave ou portátil) e que informam posição, altura, direções, desvios de rota, coordenadas geográficas, além de outras informações específicas, se utilizada uma base de dados especial para aviação.

1.3 A TERRA (forma, diâmetro, eixo, polos geográficos)

Forma

A Terra é levemente achatada nos polos, sendo a sua superfície bastante irregular. Tem forma de um esferóide. Contudo, para efeito de estudo, ela é considerada uma **esfera perfeita**, como pode ser observado na figura ao lado.



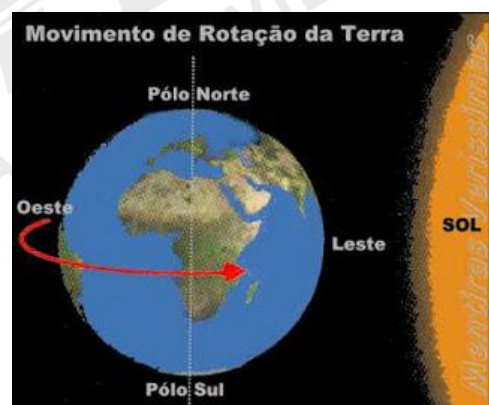
Fonte: geoportugal.wordpress.com

Diâmetro

Para navegação, o diâmetro terrestre possui 6.900 Nm (milhas náuticas) ou 12.700Km e a circunferência equatorial possui 21.600 Nm ou 40.000Km. O achatamento no sentido dos polos resulta em uma diferença de 23,4 NM ou 43 Km.

Polos Geográficos

São as extremidades de um eixo imaginário da terra, em torno do qual gira no sentido anti-horário. A extremidade superior é chamada **POLO NORTE** e, a inferior, **POLO SUL**.



Fonte: <http://marceli2012.blogspot.com.br>

Eixo Imaginário

É uma linha imaginária que passa pelo centro da Terra no sentido dos polos e em torno da qual ela executa seu movimento de rotação.

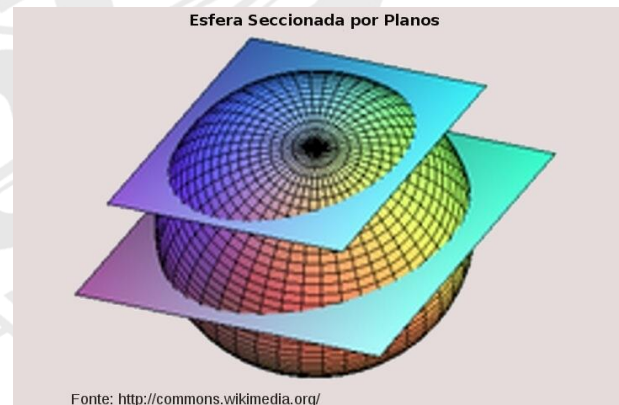
1.4 DEFINIÇÕES

Círculo Máximo

É aquele cujo plano divide a Terra em duas partes iguais. O corte deve obrigatoriamente passar pelo centro da esfera.

Círculo Menor

É aquele cujo plano não divide a Terra em duas partes iguais.



Grau de arco

É a unidade de ângulo cujo arco pode ser de 1 a 360 graus da circunferência. Os círculos e segmentos de círculos são medidos em graus, minutos e segundos de arco. Cada grau é dividido em 60 minutos e cada minuto é dividido em 60 segundos.

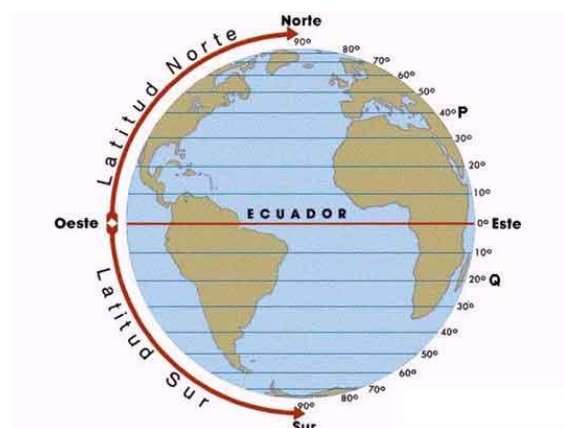
Equador

É um círculo máximo que divide a Terra em duas partes iguais, chamadas de Hemisférios Norte e Sul, e cujo plano é perpendicular ao seu eixo imaginário. *É o único círculo máximo no sentido dos paralelos.*

Paralelos

São círculos menores paralelos ao equador e perpendiculares ao eixo imaginário da Terra.

Fonte: www.marcospaiva.com.br



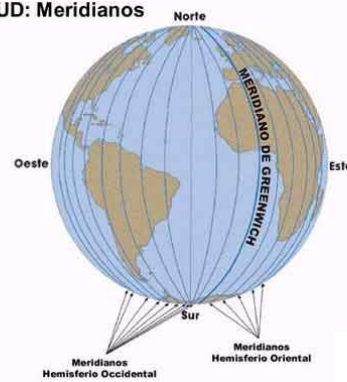
Meridiano

É um semicírculo máximo limitado pelos polos.

Meridiano de Greenwich

É o meridiano que passa pelo local do observatório Real de Greenwich, na Inglaterra. Por convenção, foi escolhido para ser o meridiano de origem, cujo valor em graus de arco é 000°. Também é conhecido pelo nome de *primeiro meridiano*.

LONGITUD: Meridianos



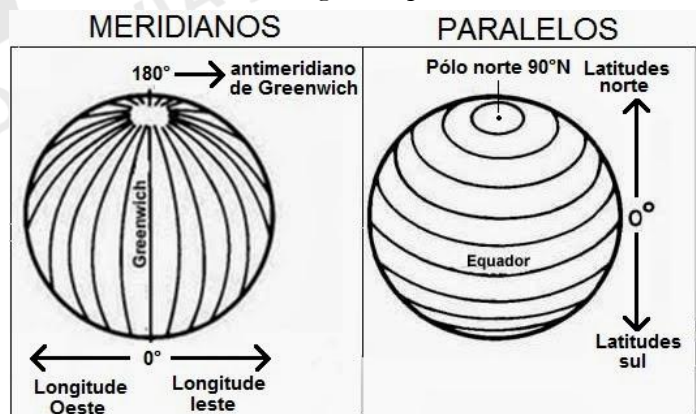
Fonte: www.marcospaiva.com.br

Antimeridiano

É o meridiano diretamente oposto ao meridiano considerado pelo observador.

Qualquer meridiano poderá ser considerado como sendo do observador. Quando os meridianos estiverem 180 graus separados entre si, um será o antimeridiano do outro. Observa-se, assim que, se o meridiano do observador é do lado **W** (oeste), o antimeridiano terá de ser do lado **E** (leste) e vice versa. Para se obter o antimeridiano, **subtrai-se o ângulo ou a longitude de referência por 180° e se troca o hemisfério**. *A exceção é o antimeridiano de Greenwich*, o meridiano de 180 graus, que é chamado de **linha Internacional de data**.

$$180^\circ - X = \text{Antimeridiano (hemisfério oposto)}$$



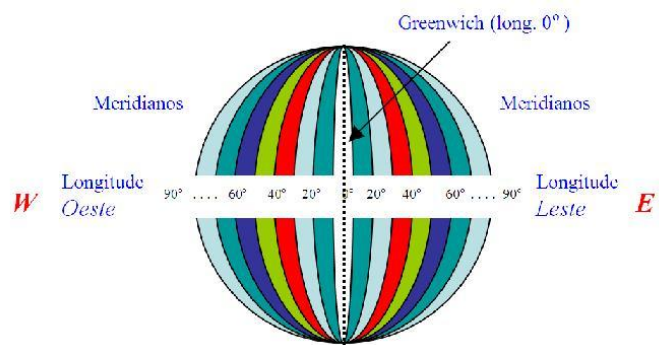
Fonte: historiaysociedades.blogspot.com

Meridiano de Longitude

É todo meridiano no qual se encontra uma longitude.

Longitude

É um arco de paralelo ou de equador partindo do meridiano de Greenwich até um outro meridiano. Representa a distância angular do meridiano de Greenwich para o arco do meridiano de um lugar. Vai de 000° a 180° , para Leste e Oeste. Os graus de longitude devem ser expressos em três algarismos e os minutos e segundos em dois. **Ex.:** $035^\circ 30'25''W$



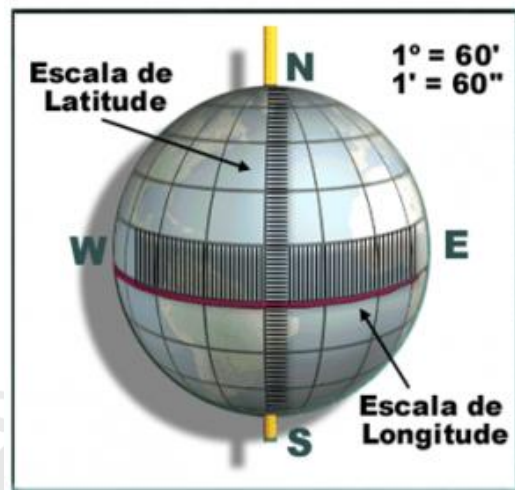
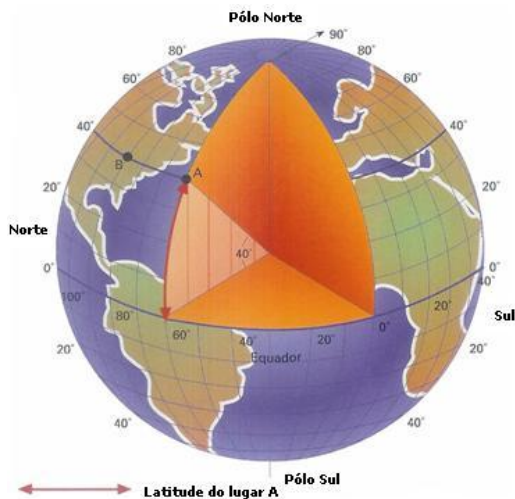
Fonte: www.vaztolentino.com.br

Latitude

É a distância angular, cuja escala é lida em um **arco de meridiano**, partindo do equador até um paralelo de um lugar (ou um ponto). As latitudes são expressas em graus, minutos e segundos de arco. Cada hemisfério possui até 90 graus de latitude do equador até cada polo.

Paralelo de Latitude

É o paralelo pelo qual está um ponto representando uma latitude. Convém notar que a **latitude** é um ângulo e o **paralelo de latitude** é um círculo.

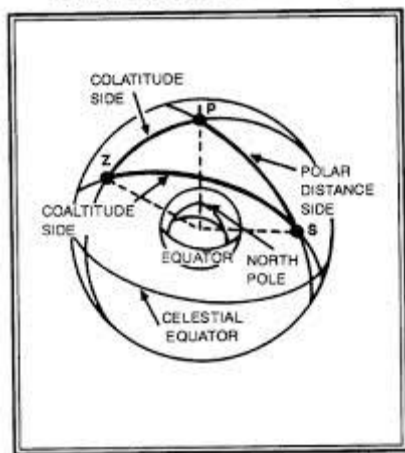


Fonte: www.prof2000.pt/ www.comissariomania.com.br

Co-Latitude

É a distância angular lida em um arco de meridiano do paralelo de um lugar e o polo que pertence à latitude. É o que falta para completar 90° até o polo mais próximo.

Figure 7-8. Three sides of the PZS triangle



Fonte: rdl.train.army.mil

1.5 SISTEMA DE COORDENADAS GEOGRÁFICAS

O Sistema de Coordenadas Geográficas é composto pelo **cruzamento entre uma latitude e uma longitude**.

As latitudes são lidas na escala dos meridianos, no sentido **N** ou **S** do equador, e as longitudes na escala dos paralelos, no sentido **E** ou **W** de Greenwich.

Para ler as coordenadas, fixa-se uma ponta do compasso na latitude e a outra no local de destino. Leva-se essa abertura para ler na escala de latitudes. Os graus serão a própria latitude e os minutos a abertura. Proceda-se da mesma forma para ler as longitudes.



Fonte: websmed.portoalegre.rs.gov.br

Posição

É um ponto na superfície da Terra. Quando plotada em uma carta aeronáutica, define-se por meio de coordenadas geográficas num local específico.

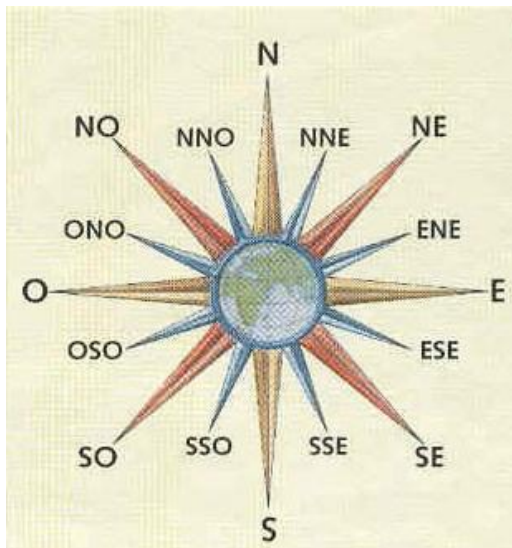
1.6 ORIENTAÇÃO SOBRE A SUPERFÍCIE DA TERRA

Orientação é a maneira pela qual um observador determina o sentido, a direção e a posição de um lugar ou trajetória.

<u>Pontos Cardeais:</u>				<u>Pontos Colaterais:</u>	
Norte (N) N = 360°/000°	Sul (S) S = 180°	Leste (E) E = 90°	Oeste (W) W = 270°	Nordeste (NE) Sudeste (SE)	Sudoeste (SW) Noroeste (NW)
<u>Pontos Sub-Colaterais:</u>					
Nornordeste (NNE) Sulsudoeste (SSW)	Estenordeste (ENE) Oestesudoeste (WSW)	Estesudeste (ESE) Oestenoroeste (WNW)	Sulsudeste (SSE) Nornoroeste (NNW)		

A orientação mais comum é aquela em que o *sol é o ponto de referência*. Se uma pessoa estender o braço direito para o Sol Nascente, à sua frente estará o N, à direita o E, às costas o S e à esquerda o W.

Rosa dos Ventos



Fonte: brasilecola.com

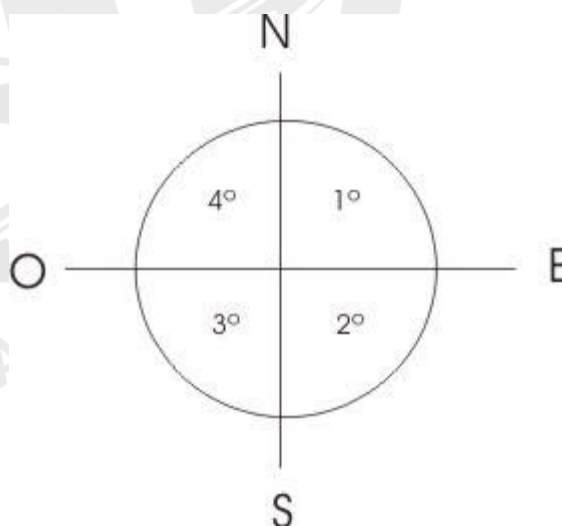
N = Norte	NNE = Nortenordeste
E = Este ou Leste	ENE = Estenordeste
S = Sul	ESE = Estesudeste
W = Oeste	SSE = Sulsudeste
NE = Nordeste	SSW = Sulsudoeste
SE = Sudeste	WSW = Oestesudoeste
SW = Sudoeste	WNW = Oestenoroeste
NW = Noroeste	NNW = Nortenoroeste

Quadrantes

É a superfície de uma rosa dos ventos dividida em quatro partes com o mesmo valor angular direcional.

Quadrantes:

- 1º: compreende N/E de 000° a 090°
- 2º: compreende E/S de 090° a 180°
- 3º: compreende S/W de 180° a 270°
- 4º: compreende W/N de 270° a 360°



Fonte: www.geralforum.com

Direção

É o senso de orientação de um ponto com relação a outro, lida em uma rosa dos ventos. Pode ser determinada em graus e obtida com a ajuda de um transferidor alinhado com um meridiano.



Fonte: www.gavca.com

Nos voos, a leitura de direções pela rosa dos ventos gera muita confusão por causa da transmissão de voz na radiotelefonia, o que prejudica, muitas vezes, o entendimento. O sistema numérico de expressar direções foi introduzido para facilitar a emissão da voz e, dessa forma, simplificar e dar maior eficiência. Assim, deve-se conduzir a aeronave por meio de graus direcionais.

1.7 MAGNETISMO TERRESTRE

Magnetismo Terrestre é a propriedade de atração que a Terra possui independentemente de muitas forças de atração natural. Existe na Terra dois pontos de maior acúmulo de atração: um no Hemisfério Norte (H.N.) e outro no Hemisfério Sul (H.S.). O centro de atração do H.N. está localizado na *Ilha do Príncipe Wales*, nas proximidades da latitude $73^{\circ}00'N$ e longitude $100^{\circ}00'W$, formando o chamado **Polo Norte Magnético (PNM)**. O Polo Sul Magnético (PSM) está localizado mais ou menos na latitude $68^{\circ}00'S$ e longitude $144^{\circ}00'E$. Percebe-se, com isso, que os Polos Magnéticos *não são antípodas entre si*, como é o caso dos Polos N e S geográficos, tampouco coincidem com estes.



Fonte: verelcionews.wordpress.com

Mesmo não sendo antípodas, os Polos Magnéticos exercem atração entre si, formando um campo de força.

O campo magnético dá origem aos meridianos magnéticos, que são linhas irregulares e impossíveis de serem traçadas numa carta.

Declinação Magnética (Dmg)

Os polos geográficos e magnéticos não coincidem. A separação entre eles e o posicionamento dos lugares formam ângulos entre si denominados **Declinação Magnética (Dmg)**. Portanto, **Declinação Magnética é o ângulo formado entre o Norte verdadeiro e o Norte Magnético**.

A Dmg é representada em uma carta por linhas tracejadas chamadas de **linhas agônicas** e **linhas isogônicas**.

Linha Isogônica: é aquela que em toda sua extensão tem o mesmo valor de declinação magnética.

Linha Agônica: é aquela cuja declinação magnética é zero, não havendo ângulo entre os pólos. É também conhecida como *declinação nula*.

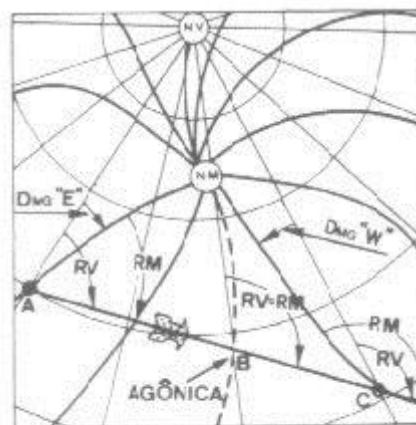
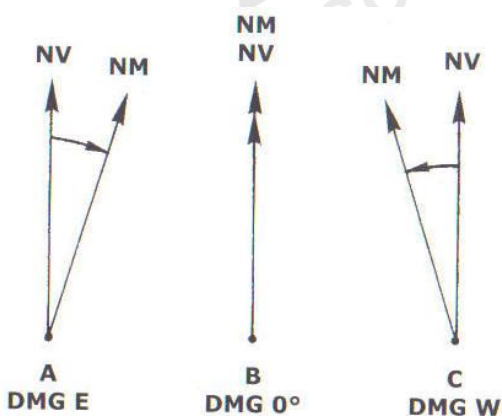


Fig A - Declinação magnética mostrada com a posição da aeronave.

Fonte: www.vatsim.com.br

Bússola

A bússola é um instrumento destinado a indicar direções magnéticas. *Toda bússola está orientada para o Polo Norte Magnético.*

Bússola magnética é uma barra de aço imantada, suportada livremente por um eixo no centro, que permanece atraída pelo Norte Magnético. Este tipo de bússola funciona dentro de uma câmara cheia de líquido, que poderá ser um bom **querosene** ou **xilene**, servindo como lubrificante do eixo e como estabilizador do cartão graduado, indicando graus direcionais, equivalente a uma rosa dos ventos.



Fonte: osaranhas.com.br

Na janela da bússola há um filete no sentido vertical chamado **linha de fé**, que serve como ponto referencial para indicar direções. O cartão graduado fica em torno da agulha imantada, que está orientada para o Norte Magnético. A direção é lida na linha de fé.

No conjunto há ainda umas barras magnéticas, providas de parafusos compensadores que servem para compensar os efeitos causados por influências magnéticas de objetos próximos à bússola.

Desvio de Bússola

Certos objetos próximos à bússola podem provocar erro. Além desses, há ainda a própria estrutura da aeronave que, com seus parafusos de aço, poderá influir na indicação das direções que, mesmo já compensadas, poderão causar erros relacionados ao Norte Magnético e a linha Norte/Sul da bússola. Por esse motivo há um “cartão de desvio” orientando as correções a serem feitas para corrigir estas interferências magnéticas.

1.8 ESTUDO DO TEMPO

Para se compreender bem o estudo do tempo e os fusos horários, deve-se levar em consideração os movimentos da Terra de rotação e translação, bem como imaginar que a Terra fica parada e o Sol é quem faz os movimentos em volta dela (movimento aparente). Dessa maneira, o Sol passa a assumir um movimento constante. Por isso é que ele é chamado de ***sol aparente, sol fictício, ou sol médio.***

Trânsito do Sol Aparente: é o movimento executado pelo Sol médio, com uma velocidade constante, no período de 24 horas.

Dia Sideral: tem a duração aproximada de 23 horas, 56 minutos e 4 segundos de um dia solar médio. O dia solar médio é medido com referência a uma estrela que tem distância indefinida.

Dia solar: é medido com referência ao Sol médio de 24 horas.

Tempo: é a medida de um período definido.

Hora verdadeira: é a medida de um período definido.

Hora verdadeira: é a hora real do Sol verdadeiro.

Hora média: é aquela que se refere ao Sol aparente ou fictício.

Hora e Grau de Longitude

Tendo a Terra 360^0 e um dia solar 24 horas, torna-se fácil saber que cada 15^0 de arco corresponde a 01 hora de tempo.

ARCO	TEMPO
360 graus	24 horas
15 graus	1 hora
1° (60')	4 minutos
15'	1 minuto
1' (60")	4 segundos
15"	1 segundo

Fuso Horário

Fuso horário é uma faixa de 15^0 de longitude, sendo 7^0 e 30 minutos para um lado e 7^0 graus e 30 minutos para o outro, de uma longitude central.

De limite a limite, o fuso tem 15^0 de longitude, compreendendo uma hora de tempo, entretanto, o fuso zero limita-se por 7^0 e 30 minutos à **E**, e 7^0 graus e 30 minutos à **W**.

Tendo em vista que são 180^0 de longitude para cada lado da Terra, pode-se concluir que há também 12 fusos para cada lado.

Os fusos, no total 12 para cada lado, contém apenas 7^0 e 30 minutos cada um, tendo o meridiano 180^0 como limite, que é chamada de linha internacional de data.

Esses fusos, além de numerados, são classificados por letras, sendo o fuso zero (Greenwich) representado pela **Z** (Zulu).

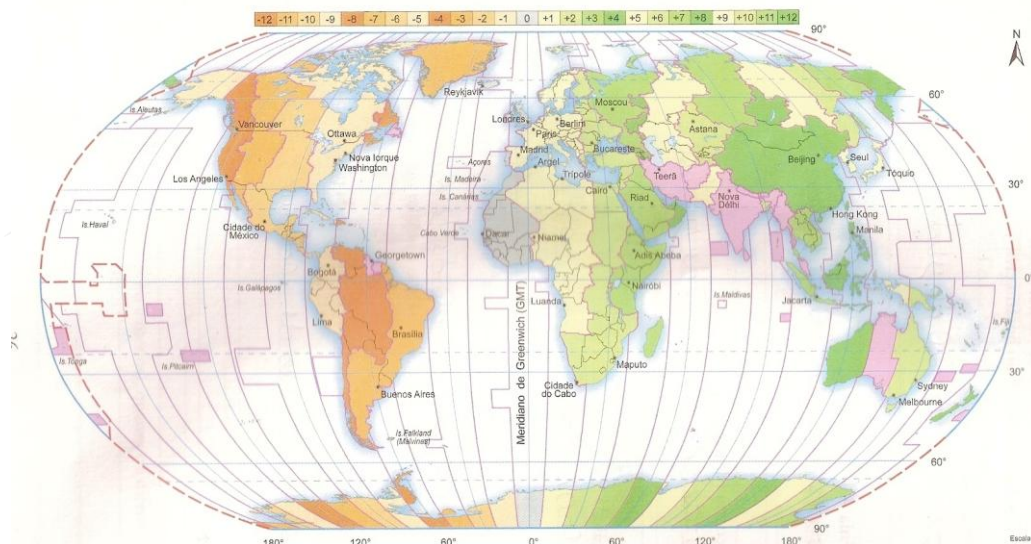
Determinação das Horas

Hora Local (HLO): é a hora local correspondente a cada meridiano de longitude.

Hora Legal (HLE): é a hora local da longitude central, correspondente a um fuso.

Hora Zulu ou UTC: “Universal Time Coordinated” é a hora adotada no meridiano zero (Greenwich), correspondente a mesma em todo o mundo, naquele instante. *É adotada para os meios de navegação.*

Exemplo: Na longitude $152^{\circ}45'$, tem-se: **HLE = 10h35min; HLO = 10h24min; Z(UTC) = 20h35min.**

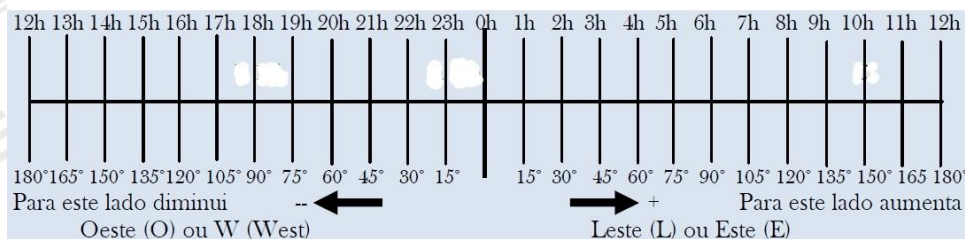


Fonte: geodados.wordpress.com

Linha Internacional de Data

O meridiano 180° é a linha internacional de mudança de data. Quando o Sol está sobre o meridiano zero, nesse ponto são 12h00min e, em seu oposto, no meridiano 180° , são 24h00min. Nesse momento, a data estará mudando exatamente no meridiano 180° . Nessa condição, o dia será o mesmo em todo o globo terrestre.

A data de um local qualquer mudará toda vez que o Sol



estiver exatamente oposto ao seu posicionamento.

Fonte: geografalando.blogspot.com

Onde quer que esteja o Sol será 12h00min., logo, no posicionamento oposto será 24h00min.

O dia seguinte será, então, o espaço compreendido entre o meridiano 180° e o posicionamento das 24h00min.

Quando o Sol estiver cruzando a linha do Equador, os raios solares alcançarão 06 horas para trás (18h00min) e 06 horas para frente (06h00min).

Fusos do Brasil

Fuso 02 (O) - duas horas: Fernando de Noronha e Ilha de Trindade.

Fuso 03 (P) - três horas: Quase todos os Estados.

Fuso 04 (Q) - quatro horas: Amazonas, Mato Grosso, Roraima, Acre, etc.

1.9 DISTÂNCIA VERTICAL E HORIZONTAL

Distância é a medida do espaço compreendido entre, pelo menos, dois pontos considerados. Em navegação aérea a distância é sempre medida em linha reta entre pontos.

Unidades de Distância

Quilômetro (Km): é a unidade de comprimento equivalente a 1.000 metros. É mais usada na avaliação de distâncias geográficas.

Milha Terrestre (MT) ou “Statute Mile” (ST): é uma unidade de medida de distância equivalente a **1.609 metros**, adotada nos Estados Unidos e na Inglaterra.

Milha Marítima (MIMA) ou “Nautical Mile” (NM): é uma medida de distância equivalente a **1.852 metros**, internacionalmente conhecida e adotada exclusivamente para fins de navegação. Equivale, aproximadamente, ao comprimento de 1' (um minuto de arco de um círculo máximo).

Pé (Ft): é uma unidade de medida linear de 12 polegadas, equivalente a cerca de **30,48 cm. 1 metro é igual a 3,28ft.**

1.10 ROTA, RUMO, PROA, DERIVA, CORREÇÃO DE DERIVA

Rota: Projeção sobre a superfície terrestre da trajetória de uma aeronave, cuja direção, em qualquer ponto, é expressa geralmente a partir do Norte (verdadeiro ou magnético).

Rumo: Direção da rota desejada, ou percorrida, no momento considerado e expressa em graus, de 000° a 360° a partir do Norte (verdadeiro ou magnético), no sentido horário.

Proa: Direção segundo a qual é ou deve ser orientado o eixo longitudinal da aeronave.

Proa Verdadeira: Ângulo formado entre o norte verdadeiro e o eixo longitudinal da aeronave;

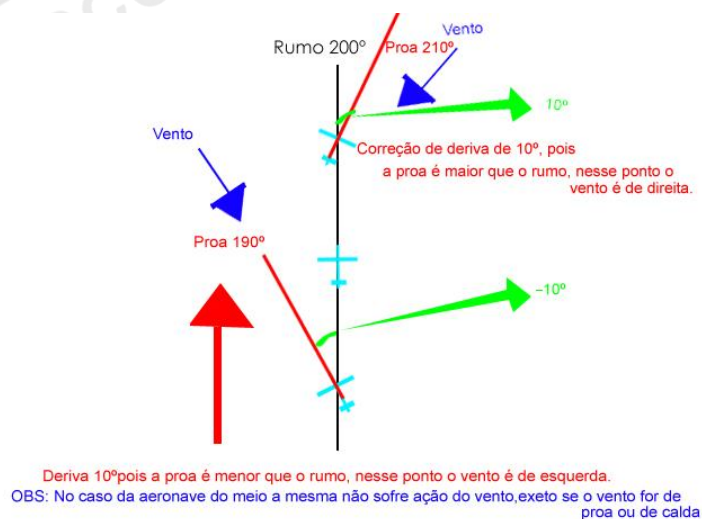
Proa Magnética: É o ângulo formado entre o norte magnético e o eixo longitudinal da aeronave.

Rumo Verdadeiro: Ângulo formado entre o meridiano e a linha de rota.

Rumo Magnético: Ângulo formado entre o meridiano magnético e a linha de rota.

Deriva: É o desvio ocasionado pelo vento ou o ângulo entre a proa e a linha de rota.

Correção de deriva: É a correção angular feita do rumo para a proa, de modo a anular o efeito do vento e assim percorrer a rota pretendida.



Fonte: brasiltravelatc.informe.com



Encerrando a Disciplina

Concluimos aqui a nossa disciplina de Navegação Aérea. Os conhecimentos aqui adquiridos serão de valia para a sua nova profissão.

Não obstante, esperamos que a busca de novos conhecimentos pautem sua caminhada rumo ao sucesso.



Anotações